

zu P620791 GP

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3621 661 A 1**

⑤① Int. Cl. 5:
G 01 S 7/295

②① Aktenzeichen: P 36 21 661.5
②② Anmeldetag: 27. 6. 86
④③ Offenlegungstag: 6. 12. 90

DE 3621661 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①

28.06.85 GB 8516426

⑦① Anmelder:

GEC Avionics Ltd., Rochester, Kent, GB

⑦④ Vertreter:

Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Finsterwald, M.,
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 8000 München;
Rotermund, H., Dipl.-Phys., 7000 Stuttgart; Heyn, H.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦② Erfinder:

Faulkner, Alistair Robin, Harold Wood, Essex, GB

⑤④ Verfahren zur Erkennung eines Ziels

Zur Identifizierung eines Ziels wird eine Datenbasis geschaffen, die für jede Art von verschiedenen Arten von Objekten Aufzeichnungen enthält, wobei jede Aufzeichnung abgeleitet wird von aufeinanderfolgenden Entfernungsabtastungen des Objekts unter verschiedenen Winkeln, wobei diese Aufzeichnung Informationen umfaßt, die die Relativpositionen verschiedener Reflexionspunkte auf dem Objekt definieren. Um ein nicht identifiziertes Objekt zu identifizieren, wird Information von wenigstens einer Entfernungsabtastung über das Objekt (und vorzugsweise eine Anzahl solcher Entfernungsabtastungen, die unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln des Objekts durchgeführt werden, mit ähnlichen Informationen verglichen, die in der Datenbasis gespeichert sind, um festzustellen, ob das nichtidentifizierte Objekt zu einer der bekannten Arten gehört.

DE 3621661 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Ziels, wobei der Versuch unternommen wird, in empfangenen Radarsignalen Charakteristiken zu erkennen, die eine vernünftige Beurteilung bezüglich Identität oder Art des Zieles ermöglichen.

Bisher hat man sich in diesem Zusammenhang generell auf Größen wie Polarisierung, Stärke und Dopplergehalt des empfangenen Signals verlassen. Durch diese Maßnahmen kann man nur eine grobe Angabe über die Art des Zieles machen und beispielsweise zwischen einem kleinen Flugzeug und einem großen Schiff unterscheiden. Eine Unterscheidung oder Identifizierung spezieller Typen von Schiffen oder Flugzeugen ist nicht möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, das es ermöglicht, verschiedene Arten ähnlicher Ziele zu identifizieren, wie unterschiedliche Klassen von Schiffen.

Die Erfindung besteht in einem Verfahren zur Erkennung eines Zieles, wobei eine Datenbasis geschaffen wird, die eine Aufzeichnung von Informationen darstellt, welche von Radar-Rückkehrsignalen abgeleitet sind, welche aufeinanderfolgende Entfernungsabstastungen über ein Objekt bekannter Art, gesehen von verschiedenen Winkeln, repräsentieren, worauf Informationen von wenigstens einer Entfernungsabstastung über ein nicht identifiziertes Objekt mit ähnlichen, in der Datenbasis aufgezeichneten Informationen verglichen werden, um herauszufinden, ob das nicht identifizierte Objekt der bekannten Art entspricht.

Die Erfindung umfaßt auch eine Vorrichtung zur Erkennung eines Ziels und besteht aus einer Datenbasis, die Aufzeichnungen für jedes der verschiedenen bekannten Typen von Objekten enthält, wobei jede dieser Aufzeichnungen Informationen repräsentiert, die von aufeinanderfolgenden Entfernungsabstastungen über das Objekt unter verschiedenen Winkeln abgeleitet sind, einem Impulsradar zur Erzeugung von Signalen, welche Entfernungsabstastungen über ein nicht identifiziertes Objekt darstellen, sowie einer Komparatoreinrichtung zum Vergleich von Informationen von wenigstens einer Entfernungsabstastung, die von einem nicht identifizierten Objekt erhalten wurde, mit ähnlichen aufgezeichneten Informationen für jeden Objekttyp in der Datenbasis, um festzustellen, ob das nicht identifizierte Objekt zu einer der bekannten Arten gehört.

Da das Grundprinzip der Erfindung darin besteht, daß die Entfernungsverteilung verschiedener Reflexionspunkte an dem zu identifizierenden Objekt betrachtet wird, wird eine effektive Unabhängigkeit von der absoluten Entfernung des Objekts erhalten, und die Auflösung wird nicht mit einer Zunahme der absoluten Entfernung verringert, wie dies der Fall sein würde mit einem System, das auf einer Winkelauflösung beruht.

Das Verfahren nach der Erfindung umfaßt vorzugsweise den Schritt des Identifizierens von Kontinuitätslinien in Amplitudenspitzen, die sich über aufeinanderfolgende Entfernungsabstastungen erstrecken, wobei diese Kontinuitätslinien in den Rückkehrsignalen auftreten, die zur Schaffung der Datenbasis verwendet werden. Es kann angenommen werden, daß jede solche Linie den Ort bedeutsamer Reflexionspunkte auf dem Objekt darstellt und vorzugsweise werden alleine diese Linien in der Datenbasis aufgezeichnet bzw. gespeichert.

Die Form der Linien und ihre Beziehung zueinander definieren die relativen Positionen der Reflexionspunk-

te, und demgemäß würde eine weitere Möglichkeit darin bestehen, in der Datenbasis nicht die Linien, sondern eine Angabe der erwähnten Relativpositionen zu speichern.

Wenn Signale von einem beobachteten Objekt über einen genügend weiten Winkelbereich empfangen werden, kann während eines Identifikationsprozesses ein ähnliches Verfahren durchgeführt werden wie während der Vorbereitung der Datenbasis, was zu der Identifizierung ähnlicher Kontinuitätslinien und/oder einer Deduktion bzw. Ableitung der relativen Positionen von Reflexionspunkten führt. Es ist dann möglich, zu erkennen, ob das betrachtete Objekt von der in der Datenbasis gespeicherten Art ist, und zwar durch Vergleich der zwei Gruppen von Linien oder der zwei Gruppen von Relativpositionen.

Wenn ein Reflexionspunkt derart ist, daß verschiedene Reflexionseigenschaften für den Fall des Betrachtens unter verschiedenen Winkeln vorliegen, wird die Stärke des empfangenen Signals sich längs einer der identifizierten Linien ändern. Ferner wird sich die Länge der identifizierbaren Linie mit den Charakteristiken des Merkmals verändern, das Ursache für die Reflexion ist. Die Art der Variationen kann dazu benutzt werden, zwischen verschiedenen Typen von Reflexionspunkten zu unterscheiden.

Wenn Signale von einem zu identifizierenden Objekt nur unter einem bestimmten Betrachtungswinkel erhalten werden können, so ist es nicht möglich, die erwähnten Linien in dem empfangenen Signal zu identifizieren. In solchen Fällen kann das von dem einzigen Betrachtungswinkel empfangene Signal mit den aufgezeichneten Daten in der Datenbasis bei jeder der aufeinanderfolgenden Entfernungsabstastungen bei allen möglichen Betrachtungswinkeln verglichen werden. Die Entfernungsabstastung entspricht empfangenen Daten, welche Merkmale betreffen, die bezüglich des Radars radial gelegen sind.

Wenn der Blickwinkel oder eine Näherung davon bekannt ist, z. B. durch die Bewegungsrichtung eines Zieles, wie eines Schiffes, von dem angenommen werden kann, daß es sich vorwärtsbewegt, kann der Vergleichsvorgang vorteilhafterweise auf einem bestimmten Teil der Datenbasis beschränkt werden. Im Falle eines Schiffes kann die Datenbasis eine Aufzeichnung von Rückkehrsignalen unter verschiedenen Winkeln enthalten, von denen alle in der horizontalen Ebene liegen. Zusätzlich oder alternativ können sie von verschiedenen Winkeln in einer vertikalen Ebene oder einer beliebigen anderen nichthorizontalen Ebene oder entsprechenden Ebenen herrühren.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine Darstellung zur Erläuterung des Verfahrens zur Aufzeichnung von Daten bezüglich eines Schiffes zur Verwendung in einer Datenbasis;

Fig. 2 eine Vorrichtung zur Verwendung zum Aufzeichnen bzw. Speichern und zur nachfolgenden Verwertung der Daten zum Zweck der Identifizierung eines unbekannten Ziels,

Fig. 3 eine Darstellung von Radarrückkehrsignalen, die während der anhand der Fig. 1 erläuterten Operationen erhalten wurden, und

Fig. 4 eine schematische Darstellung der durch die in Fig. 2 gezeigten Linien gegebenen Informationen überlagert den Außenkonturen eines Schiffes.

Nach den Fig. 1 und 2 ist ein Radargerät 1 auf einem

Schiff 2 angeordnet (alternativ könnte ein Luftfahrzeug verwendet werden), das ein anderes Schiff 3 umkreist und dabei die Seitensichtlinie des Radars ständig in Richtung des Schiffes 3 ausrichtet. Dieser Vorgang wird für Schiffe 3 von verschiedener Art wiederholt, und zwar für solche Schiffe, die bei nachfolgenden Gelegenheiten erkannt werden sollen. Nach einer alternativen Methode würde es möglich sein, das Schiff 3 entsprechend seiner Achse zu drehen, wobei dann das Radargerät 1 stationär bleiben würde. Eine andere Möglichkeit bestünde darin, ein Drehen des Schiffes 3 auf einem sehr kleinen Kreis vorzunehmen.

Die Ausgangssignale des Radargeräts 1 werden einem Speicher 4 (Fig. 2) zugeführt, wo die vertikalen Spalten verschiedene Entfernungszellen und die horizontalen Reihen Entfernungsabtastungen darstellen, die unter verschiedenen Blickwinkeln erhalten werden. Die Anzahl von Entfernungszellen bzw. Entfernungsbereichen und Entfernungsabtastungen ist stark reduziert in Fig. 2 gezeigt, und in der Praxis könnte der Inhalt des Speichers 4, wie in Fig. 3 gezeigt, aussehen, wo die horizontale Koordinate den Sichtwinkel entsprechend den in Fig. 1 gezeigten Winkel darstellt. Die vertikale Koordinate entspricht der Entfernung. Jeder Punkt stellt eine Spitze im Rückkehrsignal dar, dessen Amplitude durch die Größe des Punktes repräsentiert wird. Der Speicher 4 kann ein Teil eines Random-Excess-Digitalspeichers oder eine Platte darstellen, die in einem konventionellen Computer vorgesehen ist, wie in einem 68 K Mikrocomputer, z. B. einem Heroleit Packard 9836. Kontinuitätslinien, die sich in horizontaler Richtung erstrecken, d. h. über aufeinanderfolgende Entfernungsabtastungen, werden nun durch einen Prozeßmechanismus 5 identifiziert, der durch ein geeignetes Programm im bereits erwähnten Computer realisiert ist. Ein solches Programm kann entsprechend den Prinzipien aufgebaut sein, wie sie gewöhnlich bei Bilderkennungssystemen verwendet werden.

Die Kontinuitätslinien können alternativ dazu auch durch visuelle Betrachtung eines Anzeigegeräts für den Inhalt des Speichers 4 identifiziert werden. Diese in Fig. 3 gezeigten Linien definierenden Informationen sind in einem Bereich 6A eines Speichers 6 gespeichert, und zwar entweder automatisch wie in dem dargestellten System, bei dem die Kontinuitätslinien automatisch identifiziert werden, oder manuell, wozu ein Digitiser mit einem Lichtgriffel oder einem ähnlichen Gerät verwendet wird, wenn die Kontinuitätslinien durch visuelle Inspektion identifiziert sind. Der Speicher 5 kann ein anderes Teil des bereits erwähnten Hauptspeichers darstellen. Verschiedene Bereiche 6A des Speichers 6 sind dazu benutzt, Daten zu speichern, die die Schiffe verschiedener Art entsprechen, so daß der Speicher 6 eine Datenbasis bildet, welche die Charakteristiken all jener Schiffe definiert, die in Betracht kommen können.

Bisher wurde nur das Verfahren der Bildung der Datenbasis beschrieben. Wenn es anschließend erforderlich ist, ein potentiell Ziel zu identifizieren, wird exakt der gleiche Vorgang bei 4 und 5 durchgeführt, natürlich mit der Ausnahme, daß es nicht möglich ist, das potentielle Ziel 3 unter mehr als einer stark begrenzten Anzahl von Betrachtungswinkeln Θ anzupeilen. Demgemäß steht bei 5 aus dem empfangenen Signal nur ein Linienmuster entsprechend dem in Fig. 2 gezeigten Muster für einen begrenzten Bereich von Betrachtungswinkeln zur Verfügung. Jedes solche Linienmuster wird durch einen Verarbeitungsmechanismus 7 mit Daten

Breite) in der Datenbasis 6 verglichen. Wenn eine Übereinstimmung in irgendeinem der Speicherabschnitte 6A aufgefunden wird, gibt die Identität dieses Speicherteils den betrachteten Schiffstyp an. Diese Information wird bei 8 angezeigt. Der Verarbeitungsmechanismus 7 kann auch durch ein anderes Programm, das den erwähnten Computer steuert, gebildet sein. Ein solches Programm kann entsprechend herkömmlicher Prinzipien aufgebaut sein. Unter manchen Umständen kann es möglich sein, Einrichtungen 2 vorzusehen, die es ermöglichen, den Betrachtungswinkel des beobachteten Schiffes entweder exakt oder ungefähr kenntlich zu machen. Im erläuterten und dargestellten System ist ein Mechanismus 9 vorgesehen, der von den Radarrückkehrsignalen die Bewegungsrichtung des betrachteten Schiffes und damit einen Winkelbereich, z. B. von 0° bis 90° ableitet, innerhalb dessen sich das Schiff befinden müßte. Der Mechanismus 9 wird realisiert durch ein anderes Programm oder Unterprogramm, das den Computer steuert und auf die Ausgangsgröße des Radarsystems in konventioneller Weise einwirkt. Die Ausgangsgröße des Mechanismus 9 steuert den Zugang des Komparators 7 zur Datenbasis, so daß die Vergleichsprozesse auf jene Teile jedes Speicherabschnitts 6A begrenzt, die zu den erwähnten Betrachtungswinkeln passen.

Wenn der Bereich von Höhenwinkelwerten des betrachteten Ziels nicht bekannt ist, müssen die Daten von dem empfangenen Signal innerhalb dieses unbekannten Bereichs korreliert werden mit allen Bereichen entsprechender bzw. ähnlicher Bereiche in den gespeicherten Informationen zum Zwecke der Auffindung einer Übereinstimmung. Wenn das Ziel nur unter einem einzigen Höhenwinkel beobachtet werden kann, wird die Korrelation zwischen den Linien nach Fig. 2, in der Datenbasis, und Punkten, für einen einzigen --Wert, vom empfangenen Signal liegen. In einem alternativen System kann ein programmierter Computer benutzt werden, um für jeden Winkel (d. h. jede Entfernungsabtastung) die Entfernungsdifferenz zu berechnen zwischen einem Paar von Linien, wie sie in Fig. 3 gezeigt sind, wobei die Linien des Pairs in dem Sinne überlappend sind, daß sie einen gemeinsamen Bereich von Betrachtungswinkeln einnehmen. Die Variation dieser Differenz von Betrachtungswinkeln ist eine Sinuswelle, da ein Punkt sich um den anderen bewegt. Die Amplitude (welche die Entfernungsdifferenz repräsentiert) und die Phase der Sinuswelle geben die Position der zwei Punkte auf einem Schiff relativ zueinander an. Der Computer bestimmt daraus die Relativpositionen für jedes Punktepaar, und aus dieser Information berechnet er die absoluten Positionen der Reflexionspunkte auf dem Schiff.

Die Ausgangsgröße des Computersystems ist in Fig. 3 gezeigt, wo die Position eines jeden Reflexionspunktes — zu Zwecken der Erläuterung — auf einem Plan des Schiffes durch ein Kreuz dargestellt ist. Für jeden solchen Punkt ist die Variation des Reflexionsvermögens bezüglich des Betrachtungswinkels in Form eines Polardiagramms dargestellt. Die Variation des Reflexionsvermögens bezüglich des Betrachtungswinkels entspricht der Variation der Intensität des empfangenen Signals längs der entsprechenden Linie in Fig. 2.

In diesem alternativen System wird die Information, entsprechend der in Fig. 3 gezeigten Information, in einer Datenbasis gespeichert, wie sie bei 6 gezeigt ist, und zwar für alle interessierenden Schiffstypen, und sie wird mit ähnlichen Informationen verglichen, die während des Versuchs der Identifizierung eines unbekannten Schiffes aufgefunden werden.

Bei der Bildung der Datenbasis wird berücksichtigt, daß die absolute Entfernung des Schiffes 3 oder andere aufzuzeichnende Kennzeichen sich ändern können. Dies kann eine Folge davon sein, daß es für das Beobachtungsschiff 2 nicht möglich ist, um das Schiff 3 einen perfekten Kreis zu fahren. Es kann auch eine Folge davon sein, daß sich das Schiff 3 bewegt. Zu diesem Zweck sollte der Komparator 7 die relativen Entfernungen der verschiedenen Reflexionspunkte auf dem Schiff vergleichen und nicht ihre absoluten Entfernungen.

gleichseinrichtungen zum Vergleich von Informationen von wenigstens einer Entfernungsabtastung, die von einem nicht identifizierten Objekt erhalten wird, mit ähnlicher Information, die für jede Art von Objekten in der Datenbasis gespeichert ist, um auf diese Weise festzustellen, ob das nicht identifizierte Objekt zu einer der bekannten Arten gehört.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung eines Zieles, gekennzeichnet durch die Schaffung einer Datenbasis, welche eine Aufzeichnung von Informationen darstellt, die von Radarrückkehrsignalen abgeleitet sind, welche aufeinanderfolgende Entfernungsabta- stungen über ein Objekt bekannter Art unter ver- schiedenen Betrachtungswinkeln repräsentieren, sowie einen Vergleich von Informationen von we- nigstens einer Entfernungsabtastung über ein nicht identifiziertes Objekt mit ähnlichen, in der Daten- basis gespeicherten Informationen, um festzustel- len, ob das nicht identifizierte Objekt von bekann- ter Art ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch den Schritt des in den zur Schaffung der Datenbasis verwendeten Rückkehrsignalen erfol- genden Identifizierens von Kontinuitätslinien in Amplitudenspitzen, die sich über aufeinanderfol- gende Entfernungsabta- stungen erstrecken.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekenn- zeichnet, daß die identifizierten Linien definie- renden Daten in der Datenbasis gespeichert wer- den.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekenn- zeichnet, daß die die Relativpositionen der Linien definierenden Daten in der Datenbasis gespeichert werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden An- sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Informa- tionen von den Entfernungsabta- stungen erhalten wer- den, wenn das nicht identifizierte Objekt unter un- terschiedlichen Betrachtungswinkeln angepeilt bzw. betrachtet wird, und daß in den Rückkehrsi- gnalen von diesen Entfernungsabta- stungen Konti- nuitätslinien in Spitzenamplituden identifiziert wer- den, welche sich über aufeinanderfolgende Entfer- nungsabta- stungen erstrecken.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden An- sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrach- tungswinkel des nicht identifizierten Objektes fest- gestellt und die von dem nicht identifizierten Ob- jekt empfangenen Informationen mit nur einem Teil der Informationen in der Datenbasis vergli- chen werden, welcher Teil für den jeweiligen Be- trachtungswinkel geeignet ist.
7. Vorrichtung zur Erkennung eines Ziels, gekenn- zeichnet durch eine Datenbasis, die Aufzeichnun- gen für jeden Typ von verschiedenen bekannten Objekttypen enthält, wobei jede Aufzeichnung In- formationen umfaßt, die von aufeinanderfolgenden Entfernungsabta- stungen über das Objekt unter un- terschiedlichen Betrachtungswinkeln herrühren, ein Impulsradargerät zur Erzeugung von Signalen, welche Entfernungsabta- stungen über ein nicht identifiziertes Objekt entsprechen, sowie Ver-

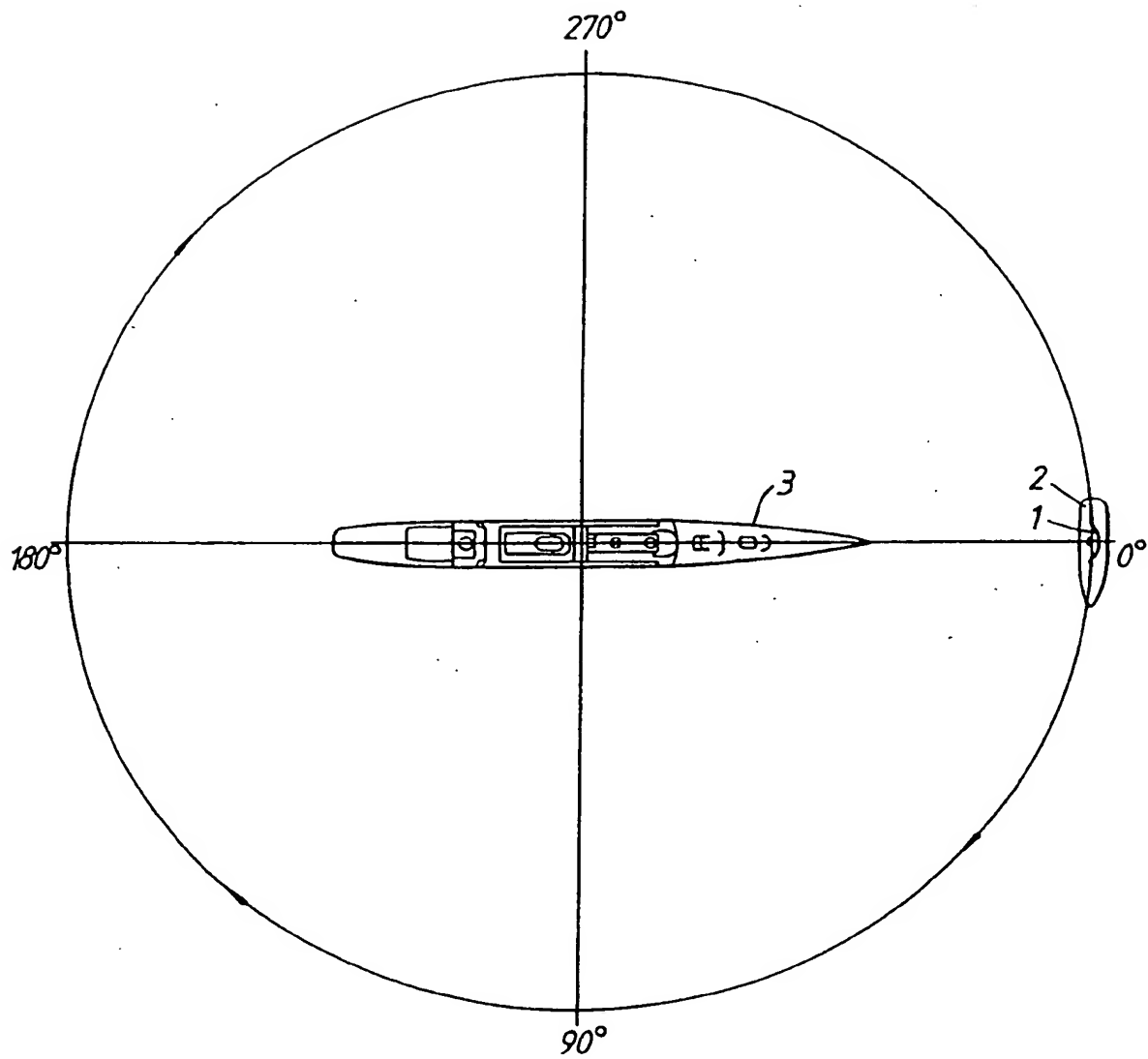


FIG. 1.

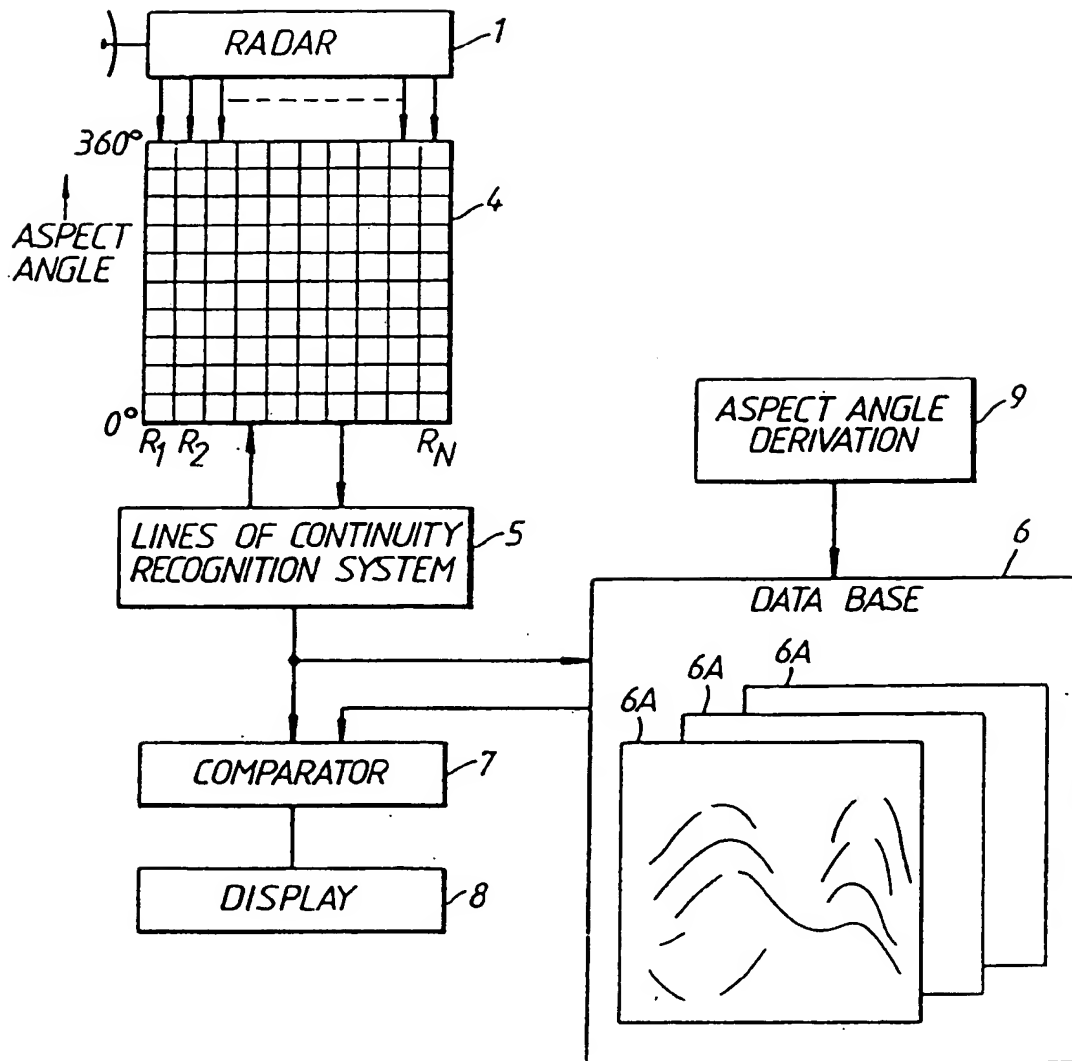
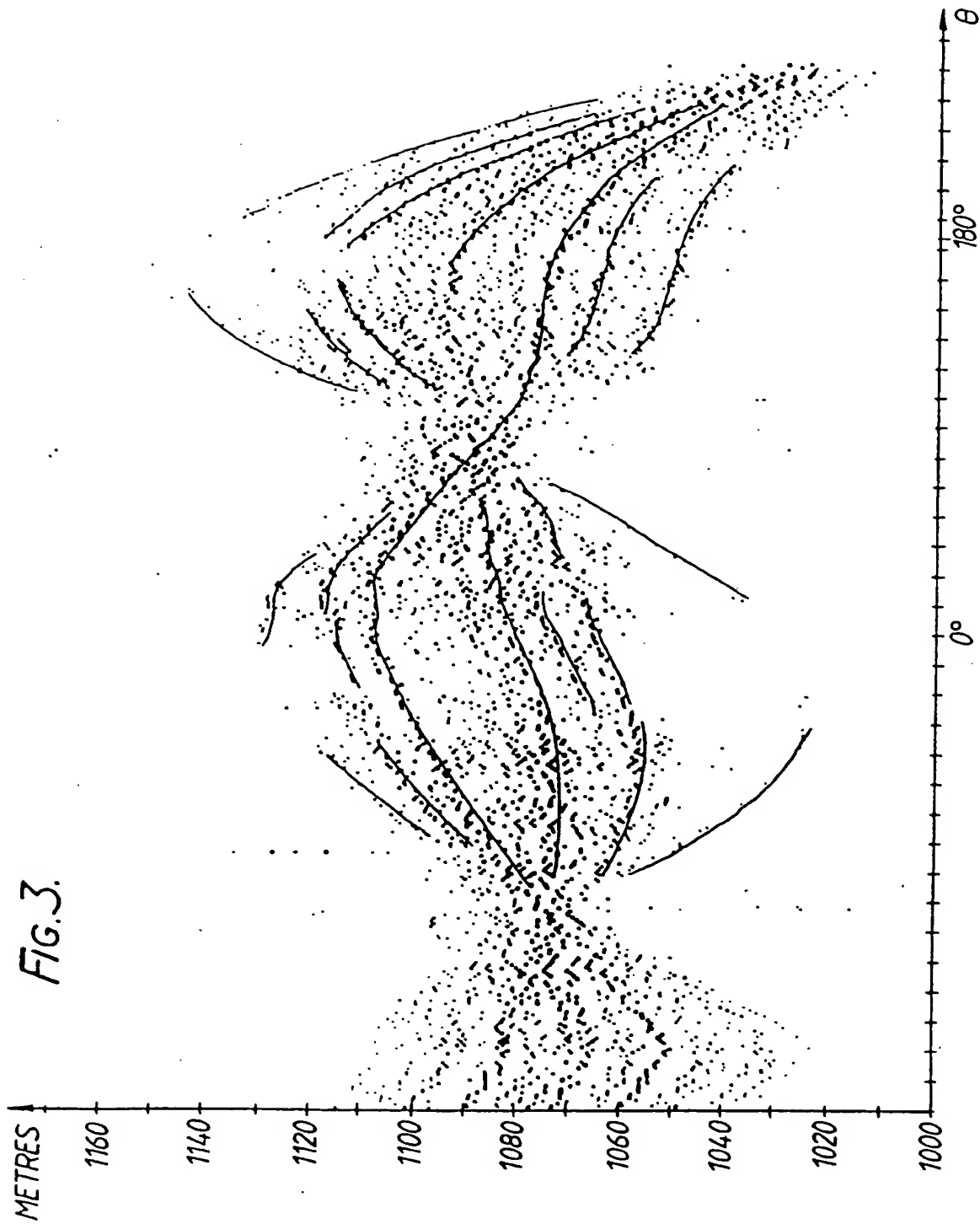


FIG. 2.



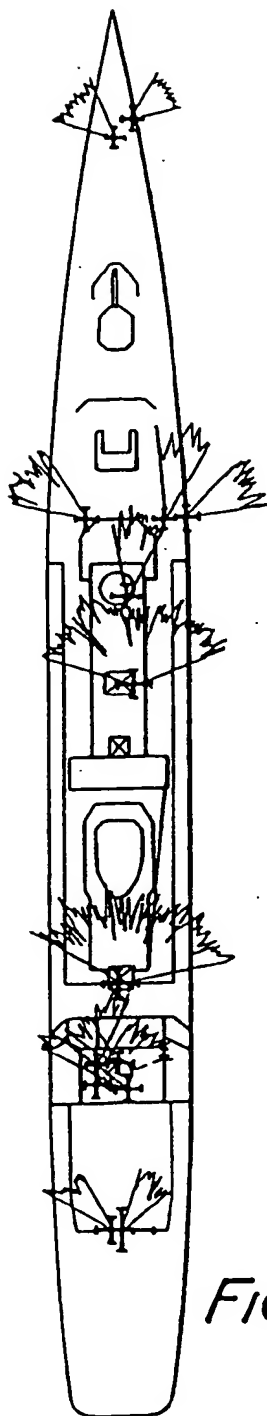


FIG. 4.